

СПОСОБИ УРАХУВАННЯ ВПЛИВУ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ НА РЕЗУЛЬТАТИ «М'ЯКИХ» ВИМІРЮВАНЬ

Ступак С. С., Яремчук Н. А., Семенюк Р. С.

Національний Технічний Університет України

«Київський Політехнічний Інститут ім. І. Сікорського»

sergej.stupak.03@gmail.com, yaremchukna@i.ua, SemeniukRoman@i.ua

При опрацюванні числових даних в інтелектуальних вимірювальних системах використовують перехід від числових даних до категоризованих даних, або перехід від застосованої метричної шкали до шкали квазіпорядку (що характеризується порядком на класах еквівалентності). Це обумовлено або необхідністю використання числових даних при нечітких обчисленнях (м'яких обчисленнях), або великою невизначеністю, що супроводжує результат вимірювання, або необхідністю отримання узагальненої характеристики процесу, явища за неоднорідними результатами вимірювань (наприклад, при визначенні рівня комфортності мікроклімату за дотриманням вимог за температурою, вологістю, швидкістю та якістю повітря).

Першим етапом встановлення процедури вимірювання є формування шкали квазіпорядку, де на числовій вісі, що відповідає області значень вимірюваної величини, визначають границі окремих термів терм-множин, які відповідають впорядкованим класам еквівалентності шкали квазіпорядку. Границі можуть бути чіткими за встановленими нормами (наприклад, нормами мікроклімату робочих приміщень для конкретних видів діяльності) і нечіткими, якщо їх визначають або за оцінками групи експертів або з урахуванням даних різних джерел. Якщо розглядати цю процедуру за схемою «вхід-вихід», то на вході використовують числові дані, а на виході отримують дані про клас еквівалентності або терм лінгвістичної змінної, до якого віднесено числовий результат вимірювання (чіткі дані) або розмах за класами еквівалентності (нечіткі дані). Кількість класів еквівалентності шкали квазіпорядку може бути визначена за критеріями розрізнення окремих класів еквівалентності або за інформаційним критерієм з застосуванням ентропійного значення похибки [1].

Другим етапом є урахування невизначеності отриманих числових даних, що може бути виконано двома способами: або при формуванні функцій належності терм-множини (лінгвістичної змінної) шкали квазіпорядку або при формуванні функції належності результату вимірювання, як нечіткого числа. В обох випадках треба враховувати рекомендації [2] щодо переваги більш простих функцій належності. При необхідності ускладнювати функції належності можна на етапах удосконалення вже відпрацьованої моделі.

Якщо вимірювальна система застосовуються для одноразових вимірювань і границі термів чіткі, функції належності лінгвістичної змінної формуються з урахуванням розподілу інструментальної невизначеності. Тоді клас еквівалентності (або декілька класів еквівалентності), до якого (яких) віднесено числовий результат, визначається за перерізом ординати, що відповідає результату на числовій вісі з функціями належності терм-множини. Якщо шкалу встановлено за нечіткою змінною, інструментальну невизначеність використовують для формування функції належності нечіткого числа.

При опрацюванні результатів багаторазових вимірювань функція належності результатів вимірювання формується за гістограмою числових даних, а інструментальна невизначеність використовується при визначенні функцій належності терм-множини шкали квазіпорядку. Якщо раніше встановлені границі термів чіткі, то нечіткість визначається за характеристикою інструментальної невизначеності. Якщо для терм-множини використовується нечітка лінгвістична змінна, то нечіткість розглядається як дефініційна складова невизначеності, що поєднується з інструментальною складовою невизначеності. При невеликій кількості вимірювань ($n=3-5$) за центр нечіткого числа приймають медіану вибірки, з трикутною формою нечіткого числа, що має носій – розмах вибірки.

В усіх способах кінцевий результат отримують за перерізом функції належності нечіткого числа з функціями належності терм-множини класів еквівалентності.

Представлені в роботі способи урахування інструментальної невизначеності при формуванні результатів м'яких вимірювань дозволяють отримати клас еквівалентності або сукупність класів еквівалентності, що їм відповідають результати одноразових та багаторазових вимірювань. Розглянуті способи пройшли апробацію при проектуванні інтелектуальних засобів вимірювальної техніки.

Список літератури

1. XV Міжнародний науково-технічний семінар. Невизначеність вимірювань: UM-2018. Тези доповідей. Способи визначення терм-множини лінгвістичної змінної за невизначеністю вимірювання / Р. Семенюк.
2. Нечітке моделювання та керування/ А. Пегат; переклад з англійської – М. БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009 – 798 с.